

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7216925号
(P7216925)

(45)発行日 令和5年2月2日(2023.2.2)

(24)登録日 令和5年1月25日(2023.1.25)

(51)国際特許分類

F I

G 0 2 B 30/56 (2020.01)

G 0 2 B 30/56

G 0 3 H 1/22 (2006.01)

G 0 3 H 1/22

G 0 2 B 5/32 (2006.01)

G 0 2 B 5/32

請求項の数 17 (全16頁)

(21)出願番号	特願2020-144689(P2020-144689)	(73)特許権者	000002897
(22)出願日	令和2年8月28日(2020.8.28)		大日本印刷株式会社
(65)公開番号	特開2022-39582(P2022-39582A)		東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
(43)公開日	令和4年3月10日(2022.3.10)	(74)代理人	100091487
審査請求日	令和4年10月21日(2022.10.21)		弁理士 中村 行孝
早期審査対象出願		(74)代理人	100105153
			弁理士 朝倉 悟
		(74)代理人	100127465
			弁理士 堀田 幸裕
		(74)代理人	100217836
			弁理士 合田 幸平
		(72)発明者	市川 信彦
			東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
			大日本印刷株式会社内
		(72)発明者	山内 豪
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 空中結像装置、空中入力装置、空中結像装置付き表示装置、移動体及びホログラム結像レンズ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

表示面を有する第2表示装置と、

画像光を出射する表示装置と、前記表示装置から出射した画像光を結像位置に結像するホログラム結像レンズと、を備える、空中結像装置であって、前記表示面上に前記ホログラム結像レンズが設けられた空中結像装置と、を備える、空中結像装置付き表示装置。

【請求項2】

前記画像光は、発散光である、請求項1に記載の空中結像装置付き表示装置。

【請求項3】

前記ホログラム結像レンズは、体積ホログラムである、請求項1または2に記載の空中結像装置付き表示装置。

【請求項4】

前記ホログラム結像レンズは、反射型ホログラムである、請求項1乃至3のいずれか一項に記載の空中結像装置付き表示装置。

【請求項5】

前記ホログラム結像レンズは、赤色の波長の光、緑色の波長の光及び青色の波長の光をそれぞれ結像させる、請求項1乃至4のいずれか一項に記載の空中結像装置付き表示装置。

【請求項6】

前記表示装置は、前記ホログラム結像レンズによって結像される像が所望の色となるように、赤色の波長の光、緑色の波長の光及び青色の波長の光を含む画像光を出射する、請

求項 5 に記載の空中結像装置付き表示装置。

【請求項 7】

前記表示装置と前記ホログラム結像レンズとの間に、第 2 の反射型ホログラムを含む光学部材をさらに備える、請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の空中結像装置付き表示装置。

【請求項 8】

前記画像光は、前記ホログラム結像レンズにブリュースター角をなす入射角度で入射する、請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載の空中結像装置付き表示装置。

【請求項 9】

前記結像位置は、前記ホログラム結像レンズに前記画像光が入射する方向とは異なる方向から観察される、請求項 1 乃至 8 のいずれか一項に記載の空中結像装置付き表示装置。

10

【請求項 10】

前記結像位置は、前記表示装置と前記ホログラム結像レンズとの間である、請求項 1 乃至 9 のいずれか一項に記載の空中結像装置付き表示装置。

【請求項 11】

前記結像位置と前記ホログラム結像レンズとの間の距離は、15 mm 以上である、請求項 1 乃至 10 のいずれか一項に記載の空中結像装置付き表示装置。

【請求項 12】

前記結像位置を示す結像目印をさらに有する、請求項 1 乃至 11 のいずれか一項に記載の空中結像装置付き表示装置。

20

【請求項 13】

前記ホログラム結像レンズは、透明である、請求項 1 乃至 12 のいずれか一項に記載の空中結像装置付き表示装置。

【請求項 14】

前記ホログラム結像レンズは、干渉縞が設けられた複数の要素ホログラム形成部と、前記要素ホログラム形成部の間の要素ホログラム非形成部と、を含む、請求項 1 乃至 13 のいずれか一項に記載の空中結像装置付き表示装置。

【請求項 15】

前記結像位置に対応した位置に感度を有する位置検出センサをさらに備える、請求項 1 乃至 14 のいずれか一項に記載の空中結像装置付き表示装置。

30

【請求項 16】

前記位置検出センサが位置を検出可能な領域を示すセンサ目印をさらに備える、請求項 15 に記載の空中結像装置付き表示装置。

【請求項 17】

請求項 1 乃至 16 に記載の空中結像装置付き表示装置を備える、移動体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、空中結像装置、空中結像装置を有する空中入力装置、空中結像装置または空中入力装置を有する空中結像装置付き表示装置、空中結像装置、空中入力装置または空中結像装置付き表示装置を有する移動体に関する。また、本発明は、ホログラム結像レンズに関する。

40

【背景技術】

【0002】

画像光を出射する画像光出射装置からの画像光をスクリーン等なしに空中に結像させて空中に表示物を表示する装置として、例えば特許文献 1 に記載された空中結像装置が知られている。特許文献 1 に記載された空中結像装置は、画像光出射装置からの画像光を空中で結像させるための結像素子を有している。特許文献 1 では、結像素子は、2 つの反射部材に反射面を一定の間隔で並べ、各反射部材を反射面が直交するように積層することで形成されている。

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】国際公開第2009/131128号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1に記載されている結像素子は、反射部材を正確に並べるという複雑な構成を有している。このような結像素子は、製造が容易ではなく、コストがかかってしまう。本発明はこのような点を考慮してなされたものであり、簡易な構成で空中に像を結像させることを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の空中結像装置は、
画像光を出射する表示装置と、
前記表示装置から出射した画像光を結像位置に結像するホログラム結像レンズと、を備える。

【0006】

本発明の空中結像装置において、前記画像光は、発散光であってもよい。

【0007】

20

本発明の空中結像装置において、前記ホログラム結像レンズは、体積ホログラムであってもよい。

【0008】

本発明の空中結像装置において、前記ホログラム結像レンズは、反射型ホログラムであってもよい。

【0009】

本発明の空中結像装置において、前記ホログラム結像レンズは、赤色の波長の光、緑色の波長の光及び青色の波長の光をそれぞれ結像させてもよい。

【0010】

本発明の空中結像装置において、前記表示装置は、前記ホログラム結像レンズによって結像される像が所望の色となるように、赤色の波長の光、緑色の波長の光及び青色の波長の光を含む画像光を出射してもよい。

30

【0011】

本発明の空中結像装置は、前記表示装置と前記ホログラム結像レンズとの間に、第2の反射型ホログラムを含む光学部材をさらに備えてもよい。

【0012】

本発明の空中結像装置において、前記画像光は、前記ホログラム結像レンズにプリュースター角をなす入射角度で入射してもよい。

【0013】

本発明の空中結像装置において、前記結像位置は、前記ホログラム結像レンズに前記画像光が入射する方向とは異なる方向から観察されてもよい。

40

【0014】

本発明の空中結像装置において、前記結像位置は、前記表示装置と前記ホログラム結像レンズとの間であってもよい。

【0015】

本発明の空中結像装置において、前記結像位置と前記ホログラム結像レンズとの間の距離は、15mm以上であってもよい。

【0016】

本発明の空中結像装置は、前記結像位置を示す結像目印をさらに有してもよい。

【0017】

50

本発明の空中結像装置において、前記ホログラム結像レンズは、透明であってもよい。

【0018】

本発明の空中結像装置において、前記ホログラム結像レンズは、干渉縞が設けられた複数の要素ホログラム形成部と、前記要素ホログラム形成部の間の要素ホログラム非形成部と、を含んでもよい。

【0019】

本発明の空中入力装置は、

上述したいずれかの空中結像装置と、

前記結像位置に対応した位置に感度を有する位置検出センサと、を備える。

【0020】

本発明の空中入力装置は、前記位置検出センサが検出可能な領域を示すセンサ目印をさらに備えてもよい。

【0021】

本発明の空中結像装置付き表示装置は、

表示面を有する第2表示装置と、

前記表示面上に前記ホログラム結像レンズが設けられた上述したいずれかの空中結像装置または上述したいずれかの空中入力装置と、を備える。

【0022】

本発明の移動体は、上述したいずれかの空中結像装置、上述したいずれかの空中入力装置、または上述した空中結像装置付き表示装置を備える。

【0023】

本発明のホログラム結像レンズは、入射した画像光を結像位置に結像する。

【発明の効果】

【0024】

本発明によれば、簡易な構成で空中に像を結像させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】図1は、空中結像装置付き表示装置を備える移動体を示す図である。

【図2】図2は、空中結像装置付き表示装置の構成を概略的に示す分解斜視図である。

【図3】図3は、空中入力装置の上面図である。

【図4】図4は、ホログラム結像レンズの一部を拡大して示す図である。

【図5】図5は、図3のV-V線に沿った断面図であって、空中結像装置の作用を説明するための空中結像装置の断面図である。

【図6】図6は、結像位置が観察される方向と画像光が入射する方向との関係を示す図である。

【図7】図7は、ホログラム結像レンズの製造工程を示す図である。

【図8A】図8Aは、ホログラム結像レンズによる像の結像工程の一例を示す図である。

【図8B】図8Bは、ホログラム結像レンズによる像の結像工程の他の例を示す図である。

【図9】図9は、図4に対応する空中結像装置の一変形例を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0026】

以下、図面を参照して本発明の一実施の形態について説明する。なお、本件明細書に添付する図面においては、図示と理解のしやすさの便宜上、適宜縮尺および縦横の寸法比等を、実物のそれらから変更し誇張してある。

【0027】

なお、本明細書において用いる、形状や幾何学的条件ならびにそれらの程度を特定する、例えば、「平行」、「直交」、「同一」等の用語や長さや角度の値等については、厳密な意味に縛られることなく、同様の機能を期待し得る程度の範囲を含めて解釈することとする。

【0028】

10

20

30

40

50

図 1 は、移動体の例として、自動車の内装の一部を示す図である。図 1 に示されているように、自動車 1 は、インストルメントパネルやセンターコンソールを有している。図示されている例では、自動車 1 のセンターコンソール 5 が、空中結像装置付き表示装置 10 で構成されている。とりわけ、従来の自動車のセンターコンソールに設けられている操作スイッチやタッチパネル機能付き表示装置に代えて、空中結像装置付き表示装置 10 が設けられている。

【0029】

空中結像装置付き表示装置 10 は、画像を表示し、当該画像とは別に空中に像を結像させる。すなわち、空中結像装置付き表示装置 10 の観察者は、表示面に表示された画像と、表示面から離間した位置に結像した像と、を視認することができる。また、空中結像装置付き表示装置 10 は、好ましくは、後述する空中入力装置 20 を有している。空中入力装置 20 により、観察者は、空中結像装置付き表示装置 10 に情報を入力することができる。典型的には、空中結像装置付き表示装置 10 の観察者は、空中に結像した像の位置に指等を動かすことで、表示面等に接触することなく、空中結像装置付き表示装置 10 に情報を入力することができる。

10

【0030】

図 2 には、空中結像装置付き表示装置 10 の分解斜視図が示されている。図 2 に示されているように、空中結像装置付き表示装置 10 は、第 2 表示装置 11 と、空中入力装置 20 と、を有している。

【0031】

第 2 表示装置 11 は、表示面 12 を有する。第 2 表示装置 11 は、表示面 12 に画像を表示することができる。表示面 12 に表示された画像は、空中結像装置付き表示装置 10 の観察者に観察され得る。第 2 表示装置 11 は、液晶ディスプレイやプラズマディスプレイ、有機 EL ディスプレイ等の任意の表示装置を用いることができる。このような第 2 表示装置 11 の表示面 12 は、典型的にはガラス面となっている。

20

【0032】

あるいは、第 2 表示装置 11 は、光を印刷が施された透明なフィルム等を透過させて画像を表示するものや、光の一部を遮光物によって遮光することで明暗による画像を表示するものであってもよい。この場合、第 2 表示装置 11 は、光を発する光源と、表示する画像に対応した印刷が施された透明なフィルムや表示する画像に対応した形状の遮光物等といった所定のパターン部と、を含んでいる。透明なフィルムの表面や遮光物の非形成部が表示面 12 となる。光源としては、所定のパターン部を透過する光の強度を均一にするために、例えば面状に光を発する面光源装置が用いられることが好ましい。

30

【0033】

図 3 には、空中入力装置 20 の上面図が示されている。空中入力装置 20 は、空中に像を結像し、また、検出可能な位置における物体の存在を検出する。物体の存在を検出することにより、位置の情報を入力することができる。検出する位置の情報は、結像した像に対応させることができる。例えば、図 3 に示す空中入力装置 20 では、空中に A, B, C, D の 4 つの文字が描かれた突出形状を結像させ、各突出形状に対応した位置において物体の存在を検出可能としている。このような空中入力装置 20 において、観察者が指 F で文字が描かれた突出形状を指すと、空中入力装置 20 は指されている位置を検出して、検出した位置に対応する突出形状を特定する。指されている突出形状の特定により、観察者が指している文字の情報を入力することができる。

40

【0034】

図 2 に示すように、空中入力装置 20 は、第 2 表示装置 11 の表示面 12 の側に配置されている。このため、空中入力装置 20 は、第 2 表示装置 11 に対して後付けで設置することができる。また、図 2 に示されているように、空中入力装置 20 は、位置検出センサ 21 と、センサ目印 25 と、空中結像装置 30 と、を有している。

【0035】

位置検出センサ 21 は、所定の領域 R における物体の位置を検出する。位置検出センサ

50

2 1 は、物体の位置だけでなく動きを検出してもよい。位置検出センサ 2 1 は、像が結像される位置に対応した位置に検出の感度を有するよう、設定および配置されている。図 2 及び図 3 に示されている例では、位置検出センサ 2 1 は、第 1 方向 d 1 の位置を検出する第 1 センサ 2 1 a と、第 1 方向 d 1 に非平行な第 2 方向 d 2 の位置を検出する第 2 センサ 2 1 b と、を含んでいる。第 1 センサ 2 1 a 及び第 2 センサ 2 1 b によって、第 1 方向 d 1 及び第 2 方向 d 2 における物体の位置を検出することができる。また、第 1 方向 d 1 及び第 2 方向 d 2 における物体の速度を検出することにより、第 1 方向 d 1 及び第 2 方向 d 2 における物体の動きを検出することができる。なお、図示された例に限らず、位置検出センサ 2 1 は、第 1 方向 d 1 のみにおける物体の位置を検出することができてよいし、第 1 方向 d 1 及び第 2 方向 d 2 に加えて第 1 方向 d 1 及び第 2 方向 d 2 に非平行な第 3 方向における位置も検出することができてよい。

10

【0036】

センサ目印 2 5 は、位置検出センサ 2 1 が位置を検出可能な領域を観察者に視覚的に認識させる。図 2 及び図 3 に示されている例では、センサ目印 2 5 は、位置検出センサ 2 1 が物体の位置を検出する領域 R を認識させるよう、領域 R を取り囲んでいる。また、図示されている例において、センサ目印 2 5 は、矩形の枠状の部材であり、センサ目印 2 5 上に位置検出センサ 2 1 が設けられている。しかしながら、センサ目印 2 5 は、任意の形状であってもよい。

【0037】

空中結像装置 3 0 は、所望の像を結像させる。結像した像は、観察者に観察される。空中結像装置 3 0 は、画像光を出射する表示装置 3 1 と、表示装置 3 1 から出射した画像光を結像位置 4 5 に結像するホログラム結像レンズ 4 0 と、を有している。また、空中結像装置 3 0 は、結像位置 4 5 を示す結像目印 3 5 を有している。

20

【0038】

表示装置 3 1 は、空中結像装置 3 0 において結像させる像の基になる光を画像光としてホログラム結像レンズ 4 0 に出射する。表示装置 3 1 が出射する画像光は、発散光であることが好ましい。このような表示装置 3 1 は、例えば液晶ディスプレイやプラズマディスプレイ、有機 EL ディスプレイ等の任意の表示装置を用いることができる。あるいは、表示装置 3 1 は、平行光を出射するプロジェクタ等であってもよい。表示装置 3 1 が出射する画像光が平行光である場合、後述する図 8 B のように、画像光をスクリーン 3 2 で拡散させながら透過させることで、発散光とすることができる。なお、表示装置 3 1 が平行光を出射するプロジェクタ等であり、画像光をスクリーン 3 2 で拡散させながら透過させる場合、表示装置 3 1 とスクリーン 3 2 との間に少なくとも 1 つのミラーを設けることが好ましい。表示装置 3 1 からの画像光がミラーで反射されながらスクリーン 3 2 に到達するため、表示装置 3 1 とスクリーン 3 2 とからなる構成を小型化することができる。

30

【0039】

また、表示装置 3 1 が出射する画像光は、赤色の波長の光、緑色の波長の光及び青色の波長の光を含んでいることが好ましい。すなわち、表示装置 3 1 は、フルカラーの画像光を出射することが好ましい。表示装置 3 1 が出射する画像光に含まれる各波長の光は、ホログラム結像レンズ 4 0 によって結像される像が所望の色となるように強度が調節されている。言い換えると、表示装置 3 1 は、ホログラム結像レンズ 4 0 によって結像される像が所望の色となるように、赤色の波長の光、緑色の波長の光及び青色の波長の光を含む画像光を出射する。さらに言い換えると、ホログラム結像レンズ 4 0 の特性に対応して、表示装置 3 1 は、各波長の光を出射する。例えばホログラム結像レンズ 4 0 において、赤色の波長の光が青色の波長の光より回折されにくく、したがって画像光に含まれる赤色の波長の光に対する青色の波長の光の割合が結像する像に含まれる赤色の波長の光に対する青色の波長の光の割合より多くなってしまう場合、表示装置 3 1 は、像が呈すべき所望の色に対して青色の波長の光より赤色の波長の光が多くなっている画像光をホログラム結像レンズ 4 0 に出射する。逆に、例えば表示装置 3 1 が青色の波長の光より赤色の波長の光が多くなっている画像光をホログラム結像レンズ 4 0 に出射する場合、ホログラム結像レン

40

50

ズ 4 0 は、赤色の波長の光が青色の波長の光より回折されにくいように設計される。

【 0 0 4 0 】

表示装置 3 1 が出射する画像光は、ホログラム結像レンズ 4 0 に対してブリュースター角をなす入射角度で入射することが好ましい。ここで、ブリュースター角とは、界面において入射面に平行な偏光成分（p 偏光成分）の反射率が 0 になる入射角である。すなわち、画像光がブリュースター角をなす角度でホログラム結像レンズ 4 0 に入射した場合、一方の偏光成分（s 偏光成分）のみがホログラム結像レンズ 4 0 の表面で反射される。具体的な例として、ホログラム結像レンズ 4 0 が一般的なガラスからなる場合、ブリュースター角となる入射角度は 5 6 ° 程度である。

【 0 0 4 1 】

結像目印 3 5 は、ホログラム結像レンズ 4 0 が像を結像する結像位置 4 5 の周辺に設けられており、ホログラム結像レンズ 4 0 が像を結像する結像位置 4 5 を示している。結像目印 3 5 は、結像位置 4 5 のおおよその位置を観察者に示すことで、結像位置 4 5 に結像される像を観察者に認識させやすくしている。図 2 及び図 3 に示された例では、結像目印 3 5 は、センサ目印 2 5 と同一の部材となっている。したがって、結像目印 3 5 は、矩形の枠状の部材である。しかしながら、図示された例に限らず、結像目印 3 5 は、センサ目印 2 5 と別の部材であってもよい。また、結像目印 3 5 は、任意の形状であってもよい。

【 0 0 4 2 】

ホログラム結像レンズ 4 0 は、結像素子として機能し、表示装置 3 1 から出射する画像光を結像位置 4 5 に結像する。すなわち、ホログラム結像レンズ 4 0 は、空中に像を結像することができる。ホログラム結像レンズ 4 0 は、光を回折することで入射した光を所望の位置に向かわせ、結像位置に結像させるというレンズの機能を実現している。ホログラム結像レンズ 4 0 は、体積ホログラムであることが好ましい。また、図示されている例では、ホログラム結像レンズ 4 0 は、表示装置 3 1 からの画像光が入射する側に像を結像する。したがって、ホログラム結像レンズ 4 0 は、画像光を反射させながら像を結像する。この例において、ホログラム結像レンズ 4 0 は、反射型ホログラムである。また、ホログラム結像レンズ 4 0 は、赤色の波長の光、緑色の波長の光及び青色の波長の光をそれぞれ結像させる。

【 0 0 4 3 】

図 2 に示されているように、ホログラム結像レンズ 4 0 は、第 2 表示装置 1 1 の表示面 1 2 上に設けられている。ホログラム結像レンズ 4 0 を介して第 2 表示装置 1 1 の表示面 1 2 を観察可能なよう、ホログラム結像レンズ 4 0 は、透明であることが好ましい。なお、「透明」とは、当該ホログラム結像レンズを介して当該ホログラム結像レンズの一方の側から他方の側を透視し得る程度の透明性を有していることを意味しており、例えば、3 0 % 以上、より好ましくは 7 0 % 以上の可視光透過率を有していることを意味する。可視光透過率は、分光光度計（（株）島津製作所製「UV - 3 1 0 0 P C」、J I S K 0 1 1 5 準拠品）を用いて測定波長 3 8 0 n m ~ 7 8 0 n m の範囲内で測定したときの、各波長における透過率の平均値として特定することができる。

【 0 0 4 4 】

図 4 には、ホログラム結像レンズ 4 0 の一例の一部が拡大して示されている。図 4 に示す例では、ホログラム結像レンズ 4 0 は、ホログラムを形成する干渉縞が設けられた複数の要素ホログラム形成部 4 1 を含んでいる。また、図 4 に示す例のように、ホログラム結像レンズ 4 0 は、要素ホログラム形成部 4 1 の間の要素ホログラム非形成部 4 2 を含んでいることが好ましい。要素ホログラム非形成部 4 2 には、干渉縞が設けられていない。図 4 に示された例では、要素ホログラム形成部 4 1 は正方形状に形成されており、複数の要素ホログラム形成部 4 1 が正方格子状に配置されている。要素ホログラム形成部 4 1 に入射した光は回折される一方、要素ホログラム非形成部 4 2 に入射した光は回折されことなく透過する。ただし、図 4 に示された例に限らず、ホログラム結像レンズ 4 0 は、要素ホログラム非形成部 4 2 を含んでおらず、全面に干渉縞が設けられていてもよい。

【 0 0 4 5 】

10

20

30

40

50

上述したように、ホログラム結像レンズ40は、表示装置31からの画像光が入射する側に像を結像する。このため、ホログラム結像レンズ40が像を結像させる結像位置45は、表示装置31とホログラム結像レンズ40との間である。また、結像位置45とホログラム結像レンズ40との間の距離Dは、15mm以上であることが好ましく、30mm以上であることがより好ましい。

【0046】

図5は、図3のV-V線に沿った断面図である。図5に示されているように、観察者は、表示装置31から画像光が投影される方向とは異なる方向から結像位置45に結像した像を観察し、像を指Fで指す。すなわち、像が結像する結像位置45は、ホログラム結像レンズ40に画像光が入射する方向とは異なる方向から観察される。図6には、観察者が像を観察する方向と、画像光が入射する方向との関係が示されている。結像位置45が観察される方向とホログラム結像レンズ40に画像光が入射する方向とがなす角度のうち小さい方の角度 θ は、90°以上であることが好ましく、130°以上であることがより好ましく、170°以上であることがさらに好ましい。

10

【0047】

次に、ホログラム結像レンズ40の製造方法について、図7を参照しながら説明する。図7は、ホログラムを記録する際にホログラム記録材料に物体光及び参照光を照射する状態を示している。

【0048】

図7に示すように、製造されるホログラム結像レンズ40の結像位置45となる位置から、ホログラム記録材料40aに物体光を照射する。同時に、平行光である参照光を集光レンズ50を通して、ホログラム記録材料40aに照射する。集光レンズ50は、入射した平行光を、ホログラム結像レンズ40に発散光となっている画像光を照射する位置、すなわち表示装置31を配置する位置に集光するように機能する。物体光及び参照光を照射されることで、ホログラム記録材料40aに干渉縞が記録される。このようにして、ホログラム結像レンズ40が製造される。

20

【0049】

ホログラム記録材料40aに用いられる材料としては、例えば、銀塩感材、重クロム酸ゼラチン、架橋性ポリマー、フォトポリマー等が挙げられる。とりわけ、フォトポリマーは、量産性に優れるため、ホログラム記録材料40aの材料として好ましい。フォトポリマーは、少なくとも一種の光重合性化合物と、光重合開始剤と、を含む。フォトポリマーを含む層の厚さは、例えば5 μ m以上100 μ m以下、好ましくは10 μ m以上50 μ m以下である。フォトポリマーは、例えばポリカーボネート(PC)やポリエチレンテレフタレート(PET)からなる基材の上に形成される。

30

【0050】

ホログラム記録材料40aに照射される物体光及び参照光としては、例えば、アルゴンイオンレーザー(波長457.9nm、476.5nm、488.0nm、514.5nm)、クリプトンイオンレーザー(波長647.1nm)、ヘリウム-ネオンレーザー(波長632.8nm)、YAGレーザー(波長532nm)が用いられる。

【0051】

あるいは、ホログラム結像レンズ40は、ホログラムプリンタによって製造されてもよい。ホログラムプリンタによれば、製造されるホログラム結像レンズ40の各位置における干渉縞を計算した上で、当該干渉縞のパターンを記録することで、ホログラム結像レンズ40を製造することができる。特に大型のホログラム結像レンズ40を製造する場合、大型の集光レンズ50を用いることなく、ホログラム結像レンズ40を製造することができる。

40

【0052】

上述したいずれかの方法、あるいは他の方法で1つのホログラム結像レンズ40を製造して、当該ホログラム結像レンズ40を光学的に複製することで、ホログラム結像レンズ40を量産することができる。

50

【 0 0 5 3 】

次に、空中結像装置 3 0 及び空中入力装置 2 0 の作用について、図 8 A 及び図 8 B を参照しながら説明する。図 8 A 及び図 8 B は、表示装置 3 1 から光を照射した際に像が再生される状態の一例及び他の例を示している。

【 0 0 5 4 】

図 8 A に示す例では、表示装置 3 1 から発散光となっている画像光がホログラム結像レンズ 4 0 に照射される。一方、図 8 B に示す例では、表示装置 3 1 から平行光となっている画像光がスクリーン 3 2 に照射され、スクリーン 3 2 で拡散されて発散光となった画像光がホログラム結像レンズ 4 0 に照射される。ホログラム結像レンズ 4 0 に照射された画像光は、ホログラム結像レンズ 4 0 において回折される。ホログラム結像レンズ 4 0 の各位置で回折された画像光は、結像位置 4 5 に集光して結像する。このようにして、表示装置 3 1 からの画像光によって空中に像が結像される。すなわち、表示装置 3 1 から照射される画像光が、ホログラムを再生させる再生光となる。

【 0 0 5 5 】

空中結像装置 3 0 によって像が結像される結像位置 4 5 には、結像目印 3 5 が設けられている。観察者は、この結像目印 3 5 を目安にすることで、結像した像を容易に観察することができる。

【 0 0 5 6 】

また、結像位置 4 5 に対応した位置に検出の感度を有する位置検出センサ 2 1 が配置されている。位置検出センサ 2 1 が感度を有する位置である結像位置 4 5 に物体、例えば観察者の指 F を移動させることで、位置検出センサ 2 1 は、指 F の位置を検出する。位置検出センサ 2 1 により、空中入力装置 2 0 は、空中に結像した像において指 F で指された位置を特定することができ、当該位置の情報を入力することができる。

【 0 0 5 7 】

ところで、特許文献 1 に記載されているような従来の結像素子は、複雑な構成を有しているため、製造が容易ではなく、コストがかかってしまう。このため、従来の結像素子を有する空中結像装置は、量産が困難であり、昨今において高まっている需要に対して十分に供給されることが困難である。

【 0 0 5 8 】

一方、本実施の形態の空中結像装置 3 0 は、画像光を出射する表示装置 3 1 と、表示装置 3 1 から出射した画像光を結像位置 4 5 に結像するホログラム結像レンズ 4 0 と、を備えている。すなわち、結像素子としてホログラム結像レンズ 4 0 が用いられている。ホログラム結像レンズ 4 0 は、干渉縞が記録されているのみの構成であり、簡易である。このような簡易な構成のホログラム結像レンズ 4 0 によって、空中結像装置 3 0 は、空中に像を結像させることができる。また、ホログラム結像レンズ 4 0 は、ホログラム記録材料 4 0 a に干渉縞を記録することで、または、ホログラムプリンタで干渉縞のパターンを記録することで、容易に製造することができる。あるいは、製造されたホログラム結像レンズ 4 0 を光学的に複製することで、容易に量産することができる。簡易な構成のホログラム結像レンズ 4 0 が、このように容易に製造及び量産することができる。したがって、ホログラム結像レンズ 4 0 及び空中結像装置 3 0 を高まっている需要に対して十分に供給することができる。

【 0 0 5 9 】

表示装置 3 1 が出射する画像光は、発散光である。発散光となっている画像光をホログラム結像レンズ 4 0 に出射することで、結像される像を幅広い角度から視認することが可能になる。このため、結像される像を観察者により認識させやすくすることができる。

【 0 0 6 0 】

ホログラム結像レンズ 4 0 は、体積ホログラムである。体積ホログラムによれば、2 次以上の回折光が生じにくい。このため、ホログラム結像レンズ 4 0 に入射した画像光を効率よく結像位置 4 5 に結像させることができる。すなわち、像が鮮明になり、観察者に観察されやすくすることができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 1 】

ホログラム結像レンズ 4 0 は、反射型ホログラムである。この場合、ホログラム結像レンズ 4 0 は、再生光となる画像光が入射した側に像を結像させる。すなわち、ホログラム結像レンズ 4 0 に対して、表示装置 3 1 と結像位置 4 5 が同じ側に位置している。このような空中結像装置 3 0 を既存の第 2 表示装置 1 1 に設ける場合、第 2 表示装置 1 1 の表示面 1 2 の側に空中結像装置 3 0 の構成要素を全て設けることができる。したがって、既存の第 2 表示装置 1 1 に空中結像装置 3 0 や空中入力装置 2 0 を容易に設けて、空中結像装置付き表示装置 1 0 とすることができる。

【 0 0 6 2 】

ホログラム結像レンズ 4 0 は、赤色の波長の光、緑色の波長の光及び青色の波長の光をそれぞれ結像させる。すなわち、ホログラム結像レンズ 4 0 は、フルカラーの像を結像することができる。

10

【 0 0 6 3 】

本実施の形態において、表示装置 3 1 は、ホログラム結像レンズ 4 0 によって結像される像が所望の色となるように、赤色の波長の光、緑色の波長の光及び青色の波長の光の含む画像光を出射する。言い換えると、ホログラム結像レンズ 4 0 の特性に対応して、表示装置 3 1 は、各波長の光を出射する。ホログラム結像レンズ 4 0 において波長ごとに回折効率が異なっているとしても、表示装置 3 1 の画像光に含まれる各波長の光の量を調節することで、ホログラム結像レンズ 4 0 によって結像される像を所望の色、すなわち呈するように意図された色とすることができる。あるいは、表示装置 3 1 が出射する各波長の光の割合に対応するよう、ホログラム結像レンズ 4 0 の各波長の回折効率が設計されている。この場合も、ホログラム結像レンズ 4 0 によって結像される像を所望の色、すなわち呈するように意図された色とすることができる。

20

【 0 0 6 4 】

画像光は、ホログラム結像レンズ 4 0 にブリュースター角をなす入射角度で入射する。この場合、入射光のうち一方の偏光成分のみがホログラム結像レンズ 4 0 の表面で反射される。ホログラム結像レンズ 4 0 の表面で反射した画像光は、像の視認性を悪化させ得る。一方の偏光成分のみを含む光は、追加の偏光板を設ける等によって、容易に視認されないようにできる。このため、ホログラム結像レンズ 4 0 の表面で反射した画像光を視認されないようにして、結像する像の視認性の悪化を抑制することができる。

30

【 0 0 6 5 】

結像位置 4 5 は、ホログラム結像レンズ 4 0 に画像光が入射する方向とは異なる方向から観察される。このため、観察者が指 F 等によって空中入力装置 2 0 の位置検出センサ 2 1 によって情報を入力する際に、表示装置 3 1 からの画像光が指 F によって妨げられにくい。すなわち、位置検出センサ 2 1 によって情報を入力する際にも、像を明瞭に表示することができる。

【 0 0 6 6 】

結像位置 4 5 は、表示装置 3 1 とホログラム結像レンズ 4 0 との間である。すなわち、ホログラム結像レンズ 4 0 に対して、表示装置 3 1 と結像位置 4 5 が同じ側に位置している。このような空中結像装置 3 0 を既存の第 2 表示装置 1 1 に設ける場合、第 2 表示装置 1 1 の表示面 1 2 の側に空中結像装置 3 0 の構成要素を全て設けることができる。したがって、既存の第 2 表示装置 1 1 に空中結像装置 3 0 を容易に設けることができる。

40

【 0 0 6 7 】

結像位置 4 5 は、ホログラム結像レンズ 4 0 から 1 5 mm 以上離間している。結像位置 4 5 とホログラム結像レンズ 4 0 が十分に離間しているため、例えば結像位置 4 5 に合わせて位置検出センサ 2 1 が検出の感度を有している場合、指 F で像を指したときに、指 F がホログラム結像レンズ 4 0 に触れにくくなっている。したがって、ホログラム結像レンズ 4 0 におけるウイルス等の接触感染を抑制することができる。また、ホログラム結像レンズ 4 0 に指紋等の汚れが付着してしまつて、当該汚れにより像が結像しにくくなるのが抑制される。

50

【 0 0 6 8 】

空中結像装置 3 0 は、結像位置 4 5 を示す結像目印 3 5 をさらに有している。このような結像目印 3 5 は、結像位置 4 5 の目安となるため、結像位置 4 5 に結像される像を観察者に観察させやすくすることができる。

【 0 0 6 9 】

ホログラム結像レンズ 4 0 は、透明である。このため、空中結像装置 3 0 を有する空中結像装置付き表示装置 1 0 において、ホログラム結像レンズ 4 0 を介して、第 2 表示装置 1 1 の表示面 1 2 を観察することができる。したがって、表示面 1 2 に表示された画像と空中結像装置 3 0 において結像した像とを同時に観察することができる。

【 0 0 7 0 】

ホログラム結像レンズ 4 0 は、干渉縞が設けられた複数の要素ホログラム形成部 4 1 と、要素ホログラム形成部 4 1 の間の要素ホログラム非形成部 4 2 と、を含んでいる。ホログラム結像レンズ 4 0 に干渉縞が設けられていない要素ホログラム非形成部 4 2 が存在することで、当該部分を光が回折されることなく透過することができる。このため、空中結像装置 3 0 を有する空中結像装置付き表示装置 1 0 において、ホログラム結像レンズ 4 0 を介して、第 2 表示装置 1 1 の表示面 1 2 に表示された画像を明瞭に観察することができる。

【 0 0 7 1 】

空中入力装置 2 0 は、位置検出センサ 2 1 が位置を検出可能な領域を示すセンサ目印 2 5 を有している。このようなセンサ目印 2 5 によれば、位置検出センサ 2 1 が位置を検出可能な領域を認識させやすくすることができる。これにより、観察者が容易に位置情報を入力することができる。また、ホログラム結像レンズ 4 0 等に接触してしまうことが抑制される。

【 0 0 7 2 】

以上のように、本実施の形態の空中結像装置 3 0 は、画像光を出射する表示装置 3 1 と、表示装置 3 1 から出射した画像光を結像位置 4 5 に結像するホログラム結像レンズ 4 0 と、を備える。このような空中結像装置 3 0 は、干渉縞が記録されたホログラム結像レンズ 4 0 を備える簡易な構成によって、空中に像を結像することができる。

【 0 0 7 3 】

なお、本実施の形態に様々な変更を加えることが可能である。

【 0 0 7 4 】

例えば、図 9 に示されているように、空中結像装置 3 0 は、表示装置 3 1 とホログラム結像レンズ 4 0 との間に、第 2 の反射型ホログラムを含む光学部材 3 7 をさらに有している。図示された例において、光学部材 3 7 は、ホログラム結像レンズ 4 0 から離間して設けられている。また、光学部材 3 7 は、ホログラム結像レンズ 4 0 に対して傾斜して設けられている。この場合、表示装置 3 1 から出射した画像光は、まず光学部材 3 7 に入射する。光学部材 3 7 において、画像光は第 2 の反射型ホログラムによって回折されながら反射される。その後、画像光は、ホログラム結像レンズ 4 0 において、再度回折されながら反射されて、結像位置 4 5 において結像する。

【 0 0 7 5 】

ホログラム結像レンズ 4 0 だけでなく光学部材 3 7 においても画像光を回折させることで、光学部材 3 7 における回折による画像光の波長分散を、ホログラム結像レンズ 4 0 における回折による波長分散で低減することができる。すなわち、結像する像における波長分散を小さくすることができる。したがって、所望の色によって、像を鮮明に表示することができる。

【 0 0 7 6 】

なお、光学部材 3 7 とホログラム結像レンズ 4 0 との位置関係は、図示されている例に限らない。例えば、光学部材 3 7 は、ホログラム結像レンズ 4 0 に積層されるように設けられていてもよい。この場合、ホログラム結像レンズ 4 0 と光学部材 3 7 とは、略平行となる。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 7 】

なお、上述した実施の形態では、移動体としての自動車 1 は、センターコンソール 5 が空中結像装置付き表示装置 1 0 で構成されているが、これに限らず、インストルメントパネル等の他の部材が空中結像装置付き表示装置 1 0 で構成されていてもよい。また、自動車 1 は、第 2 表示装置 1 1 を有していない、空中入力装置 2 0 のみを有していてもよい。あるいは、自動車 1 は、空中入力装置 2 0 のうち、位置検出センサ 2 1 を有しておらず、空中結像装置 3 0 のみを有していてもよい。

【 0 0 7 8 】

空中結像装置 3 0 は、結像位置 4 5 に対応した位置に感度を有する位置検出センサ 2 1 でなく、通常の平面に沿った接触型の位置検出センサ、いわゆるタッチパネルセンサ等と組み合わされてもよい。

10

【 0 0 7 9 】

さらに、空中結像装置付き表示装置 1 0、空中入力装置 2 0 及び空中結像装置 3 0 は、自動車 1 以外の移動体に設けられていてもよいし、移動体以外の装置や部材等に設けられていてもよい。例えば、空中結像装置付き表示装置 1 0、空中入力装置 2 0 及び空中結像装置 3 0 は、現金自動預け払い機 (A T M)、券売機、注文機、販売機、画像や写真の印刷機、ゲームセンター等に設置されるアミューズメント用の筐体等に設けられてもよい。

【 符号の説明 】

【 0 0 8 0 】

- 1 自動車
- 5 センターコンソール
- 1 0 空中結像装置付き表示装置
- 1 1 第 2 表示装置
- 1 2 表示面
- 2 0 空中入力装置
- 2 1 位置検出センサ
- 2 5 センサ目印
- 3 0 空中結像装置
- 3 1 表示装置
- 3 5 結像目印
- 3 7 光学部材
- 4 0 ホログラム結像レンズ
- 4 1 要素ホログラム形成部
- 4 2 要素ホログラム非形成部
- 4 5 結像位置

20

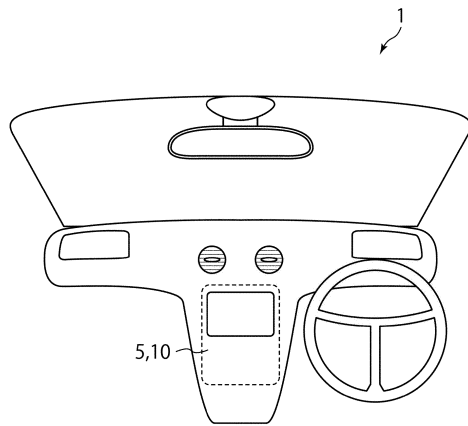
30

40

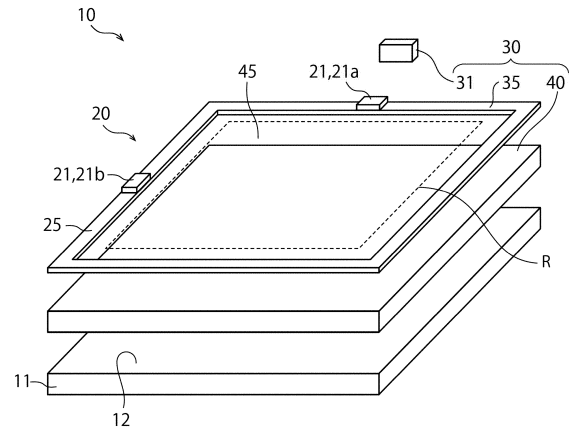
50

【図面】

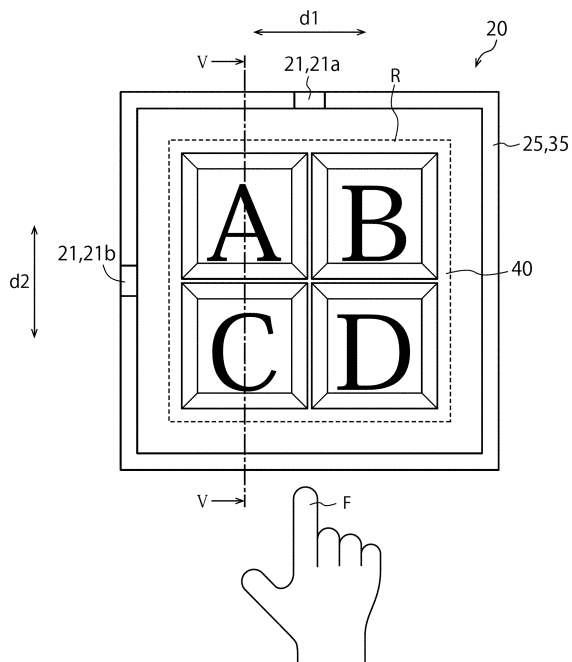
【 図 1 】



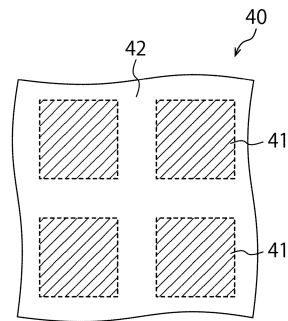
【 図 2 】



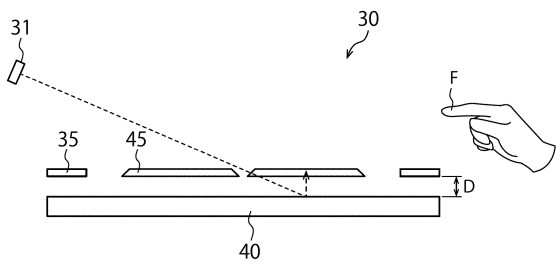
【 図 3 】



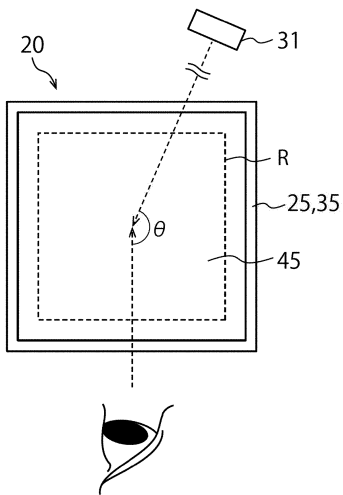
【 図 4 】



【図 5】

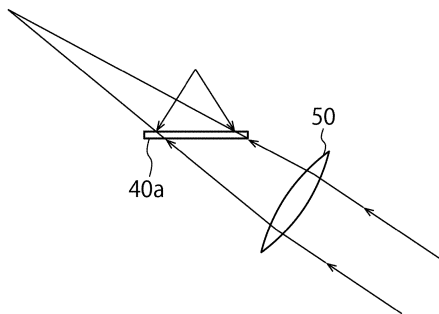


【図 6】

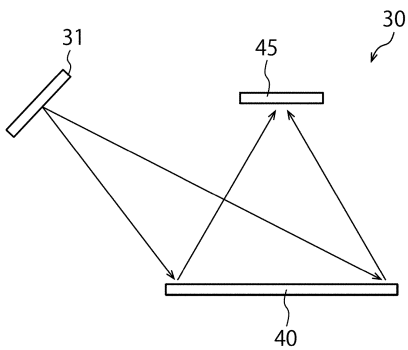


10

【図 7】



【図 8 A】



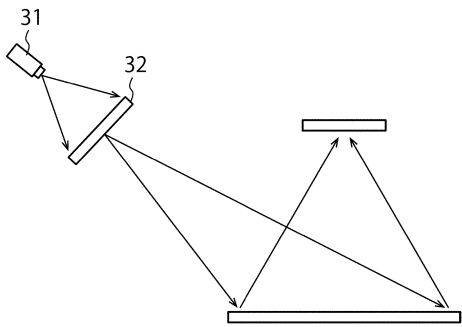
20

30

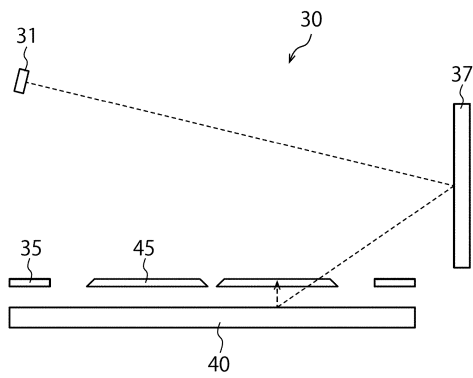
40

50

【 図 8 B 】



【 図 9 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

東京都新宿区市谷加賀町一丁目 1 番 1 号 大日本印刷株式会社内

審査官 山本 貴一

- (56)参考文献 特開平 1 0 - 2 3 9 6 2 9 (J P , A)
特開平 0 7 - 3 1 8 8 4 8 (J P , A)
特開 2 0 1 6 - 2 0 8 2 7 3 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 1 / 1 3 6 2 1 4 (W O , A 1)
特開 2 0 2 0 - 1 2 6 2 8 2 (J P , A)
特開 2 0 1 6 - 1 6 4 7 0 1 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 2 / 0 3 2 8 5 1 (W O , A 1)
米国特許出願公開第 2 0 1 1 / 0 2 4 9 0 8 7 (U S , A 1)
特開 2 0 2 0 - 0 0 9 2 6 7 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 0 2 / 0 1 0 1 6 5 7 (U S , A 1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
G 0 2 B 3 0 / 5 6 , 5 / 3 2
G 0 3 H 1 / 2 2
G 0 3 B 3 5 / 0 0
H 0 4 N 1 3 / 0 0